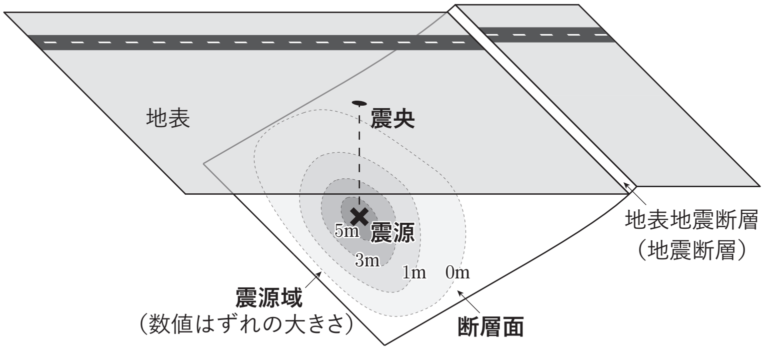
# 第 4 講　地震

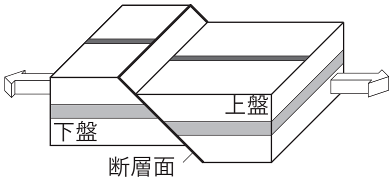
## ■ 断層と断層運動

### 震源と震源域

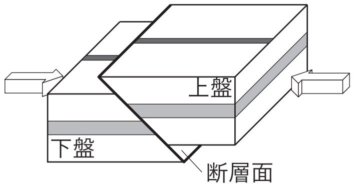



### 断層運動

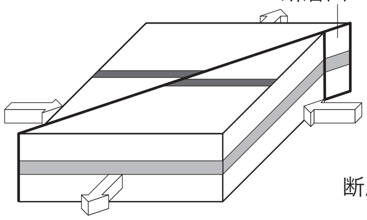
**正断層**



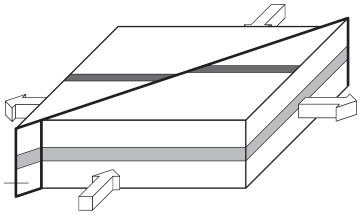

**逆断層**




**右横ずれ断層**




**左横ずれ断層**



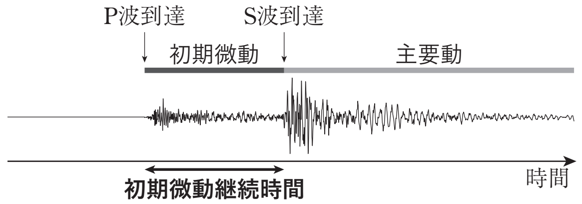

## ■ 地震波とその観測

### P 波と S 波

**P波**（縦波）

**S波**（横波）

### 観測される地震波




### 大森公式

初期微動継続時間 $t$ と震源距離 $d$ は比例して，$d = kt$（$k$ は 6 ～ 8km/s 程度の定数）と表せる。

### マグニチュード

地震そのものの規模（放出されたエネルギーの大きさ）を表す値。

エネルギーが約 1000 倍大きくなるごとに，マグニチュードが 2 大きくなる。

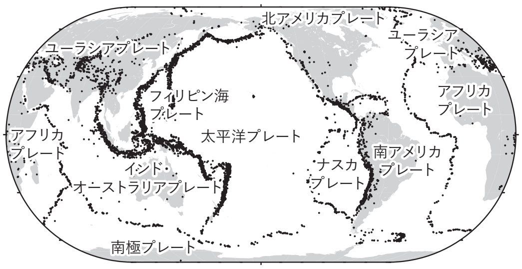
### 震度

観測点におけるゆれの程度（加速度）を表す値。

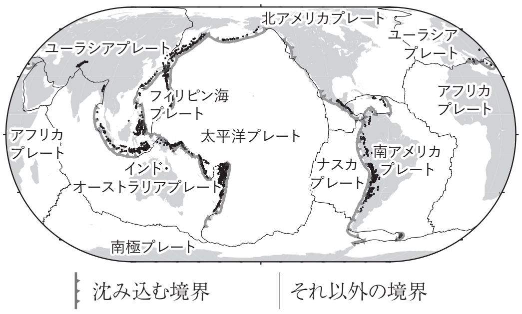
現在の日本では震度 0，1，2，3，4，5 弱，5 強，6 弱，6 強，7 の 10 段階で表される。

## ■ 世界の地震

**震源の浅い地震**（震源の深さ 100km 未満）



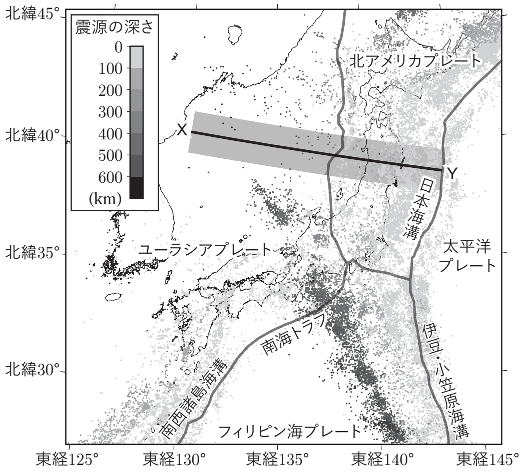

**震源の深い地震**（震源の深さ 100km 以上）

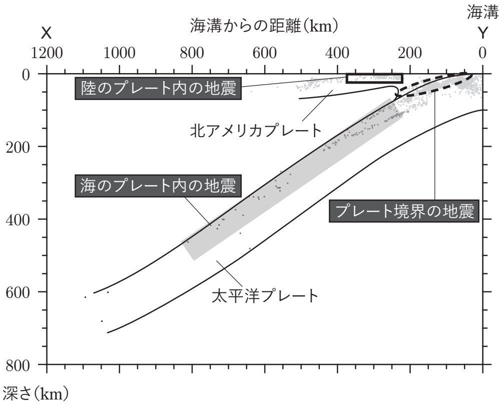



（USGS のデータをもとに作図）

# ■ 日本の地震

## 震源の分布




（気象庁のデータをもとに作図）

## 活断層

過去数十万年間にくり返し活動し，今後も活動する可能性の高い断層。

## ＜ Note ＞

# 演習問題

**1**　次の文章を読み，後の問いに答えよ。

次の図は，ある地域である期間に起きた地震の，マグニチュード別の回数を示している。この図からは，マグニチュードが大きいほど発生回数が少ないことが読み取れる。また，マグニチュードと地震のエネルギーとの間には，マグニチュードが１大きくなると放出されるエネルギーが約［ア］倍，マグニチュードが２大きくなると放出されるエネルギーが約［イ］倍となる，という関係がある。よって，この地域でこの期間にマグニチュード８の地震で放出されたエネルギーの総和は，マグニチュード４の地震で放出されたエネルギーの総和の約［ウ］倍と推定される。

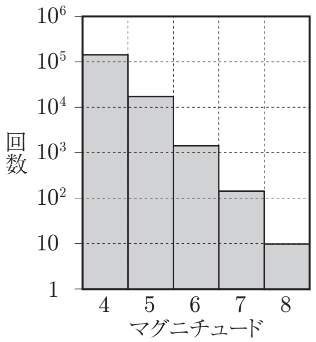



図１　ある地域である期間に起きた地震の，マグニチュード別の回数

問１　上の文章中の［ア］～［ウ］に入れる数値の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。

| | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|
| ① | 10 | 100 | 0.01 |
| ② | 10 | 100 | 100 |
| ③ | 32 | 1000 | 0.01 |
| ④ | 32 | 1000 | 100 |
| ⑤ | 50 | 100 | 0.01 |
| ⑥ | 50 | 100 | 100 |
| ⑦ | 500 | 1000 | 0.01 |
| ⑧ | 500 | 1000 | 100 |

**問２** 震度について述べた文として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① ２つの地震のマグニチュードが同じであれば，最大震度は同じである。

② 同じ地震について震源からの距離が同じであれば，震度は同じである。

③ 震度は０から７までの８段階で表される。

④ 地盤がやわらかいと，地震波が増幅されて周囲より震度が大きくなりやすい。

**2** 次の文章を読み，後の問いに答えよ。

地震は，地下の断層面に沿って岩石が破壊され，急激にずれる現象である。このとき，断層面では地震波が発生し，岩石中を伝わっていく。

断層面で発生する地震波には，振動方向が波の進行方向と平行な［ア］と，振動方向が波の進行方向と垂直な［イ］がある。地震が発生すると，これらの波は震源で［ウ］，初動がずれて観測される。これらの地震波の到達時刻の違いを初期微動継続時間という。

問１ 上の文章中の［ア］～［ウ］に入れる語の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

| | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|
| ① | P 波 | S 波 | 同時に発生するが，岩石中を伝わる速さが異なるため |
| ② | P 波 | S 波 | P 波，S 波の順に発生し，同じ速さで岩石中を伝わるため |
| ③ | S 波 | P 波 | 同時に発生するが，岩石中を伝わる速さが異なるため |
| ④ | S 波 | P 波 | P 波，S 波の順に発生し，同じ速さで岩石中を伝わるため |

問２ 断層と地震について述べた文として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① プレートの発散境界では水平方向の引っ張りの力が強くはたらくため，逆断層型の地震が多く発生する。
② 大きな地震の震源域やそのまわりでは，数か月以上にわたって余震が発生することがある。
③ 活断層とは，地下で地震を起こした断層が地表へと現れたものである。
④ 海底直下の断層で大規模な地震が起こると，その地震波が海水中で増幅されて津波が発生することがある。

**問３** ある地震について，３地点 A，B，C で観測された初期微動継続時間は，それぞれ 7.0 秒, 3.5 秒, 8.0 秒であった。この地域では震源距離 $d$〔km〕と初期微動継続時間 $t$〔秒〕との間に $d = 8t$ の関係があり，それぞれの地点を中心に震源距離を半径とする円を描いたものが図１である。この地震の震源の深さとして最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。

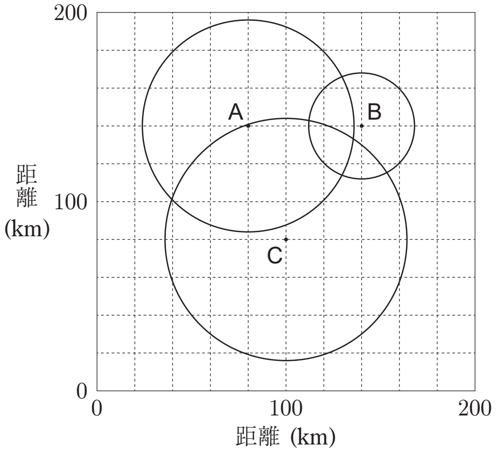



図１　３地点を中心として，震源距離を半径とする円を描いたもの

①　6km　　②　12km　　③　24km　　④　48km

**問４** 次の図２は，ある地域における地震発生からＰ波到達までの時間および初期微動継続時間と，震源距離との関係を表している。この地域で地震が発生し，緊急地震速報が出された。震源距離 30km の地点では，緊急地震速報を受信してから 5.0 秒後にＳ波が到達した。緊急地震速報が出されたのは地震が発生した何秒後か。その数値として最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。ただし，緊急地震速報は出されると同時に受信されるものとする。

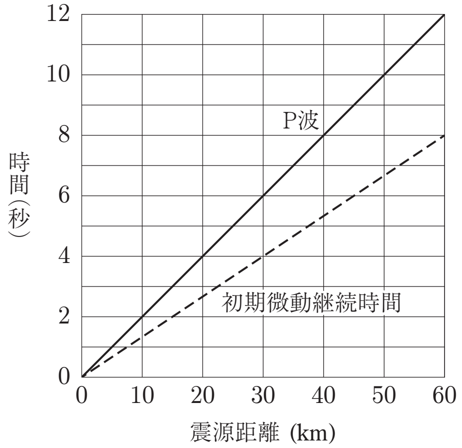



図２ Ｐ波到達までの時間と初期微動継続時間

① ２秒後　② ３秒後　③ ４秒後　④ ５秒後

< Note >

# 第４講　確認問題

問１　次の文章を読み，後の問いに答えよ。

　次の図１は，ある地域である期間に起きた地震の，マグニチュード別の回数を示している。この図からは，マグニチュードが大きいほど発生回数が少ないことが読み取れる。また，マグニチュードと地震のエネルギーとの間には，マグニチュードの値が［ア］大きくなると放出されるエネルギーが約 32 倍，マグニチュードの値が［イ］大きくなると放出されるエネルギーが 1000 倍となる，という関係がある。よって，この地域でこの期間にマグニチュード７の地震で放出されたエネルギーの総和は，マグニチュード５の地震で放出されたエネルギーの総和の約［ウ］倍と推定される。

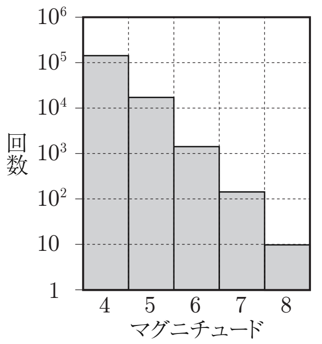



図１　ある地域である期間に起きた地震の，
マグニチュード別の回数

　上の文章中の［ア］～［ウ］に入れる数値の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

| | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|
| ① | 2 | 1 | 0.1 |
| ② | 2 | 1 | 10 |
| ③ | 1 | 2 | 0.1 |
| ④ | 1 | 2 | 10 |

**問２** 次の図２は，ある地域における地震発生からＰ波到達までの時間および初期微動継続時間と，震源距離の関係を表している。この地域で地震が発生し，地震発生の３秒後に緊急地震速報が出された。震源距離 60km の地点では緊急地震速報を受信してからＳ波が到達するまで何秒か。最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。ただし，緊急地震速報は出されると同時に受信されるものとする。

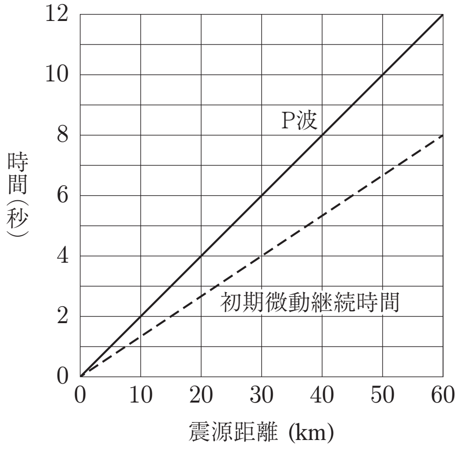



図２　Ｐ波到達までの時間と初期微動継続時間

① ４秒　　② 13 秒
③ 17 秒　　④ 20 秒

# 第４講　地震

**1**

問１　④

問２　④

**2**

問１　①

問２　②

問３　③

問４　④

# 第４講　確認問題　解答

問１　解答：④

解説：

マグニチュードの値が１大きくなるとエネルギーは約 32 倍，２大きくなると 1000 倍になる。図１から，マグニチュード５の地震は約 $10^4$ 回，マグニチュード７の地震は約 $10^2$ 回起こっている。１回の地震で，マグニチュード７の地震が放出するエネルギーはマグニチュード５の地震が放出するエネルギーの 1000 倍であるから，マグニチュード７の地震で放出されたエネルギーの総和はマグニチュード５の地震で放出されたエネルギーの総和の $\dfrac{1000 \times 10^2}{1 \times 10^4} = 10$ 倍になる。

問２　解答：③

解説：

図２より震源距離 60km の地点では，P 波は地震発生から 12 秒後に到達している。初期微動継続時間は８秒なので，S 波は地震発生後 20 秒で到達したことになる。緊急地震速報は地震発生の３秒後に出されているので，S 波が到達するまでには $20 - 3 = 17$ 秒の猶予があることになる。